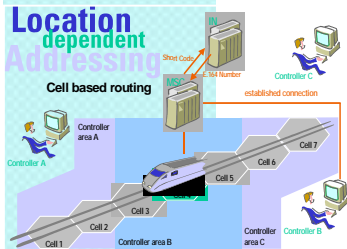




Comunicaciones móviles 4G en el ferrocarril.



Cesar Briso-Rodriguez

Profesor Titular Universidad

Jose I. Alonso Montes

Catedrático Universidad

Universidad Politecnica de Madrid

RAILFORUM 2010



Comunicaciones 4G en el ferrocarril

1

Requisitos de los sistemas 4G

2

Sistemas de alta capacidad LTE

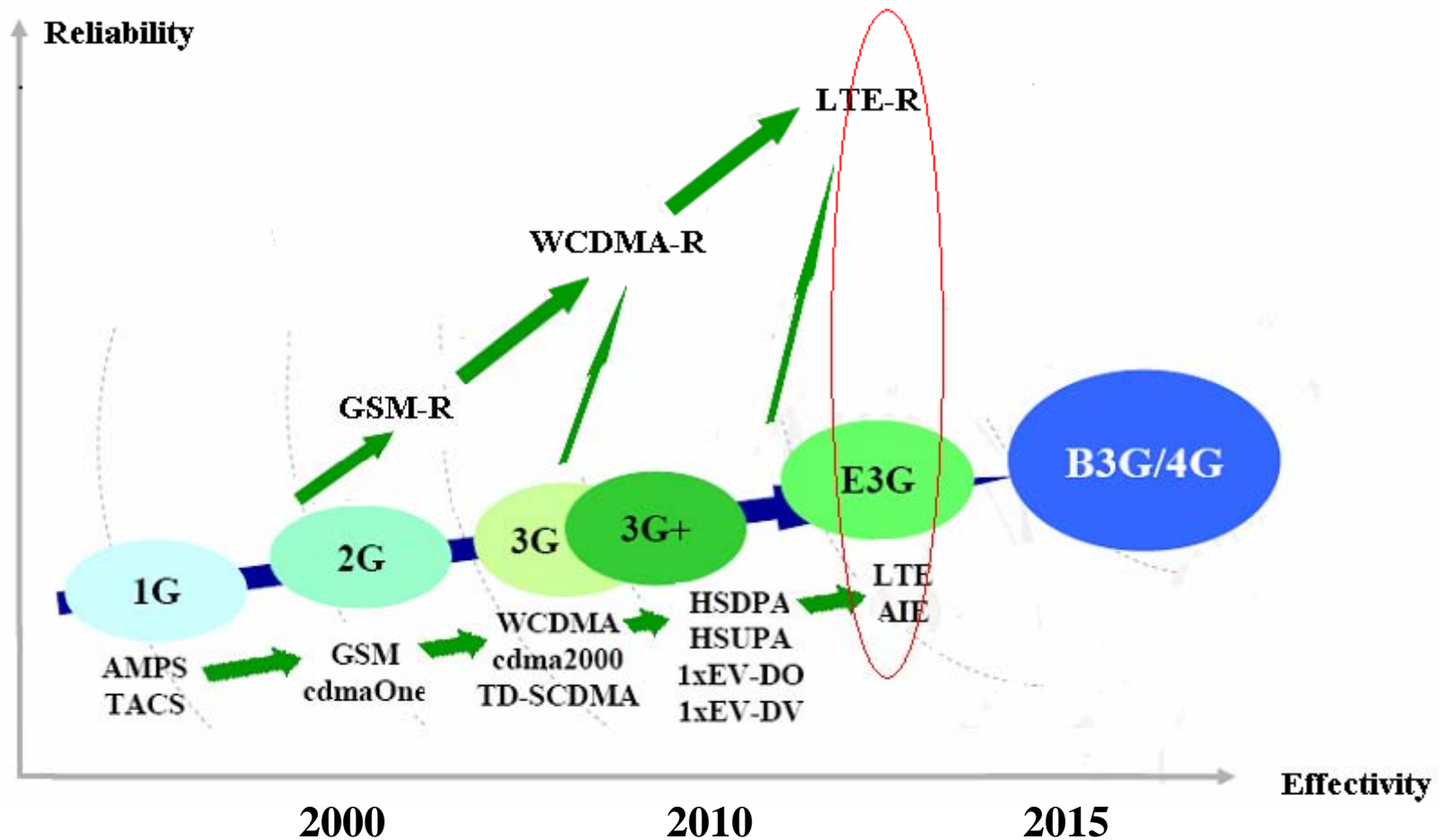
3

I+D en comunicaciones ferroviarias



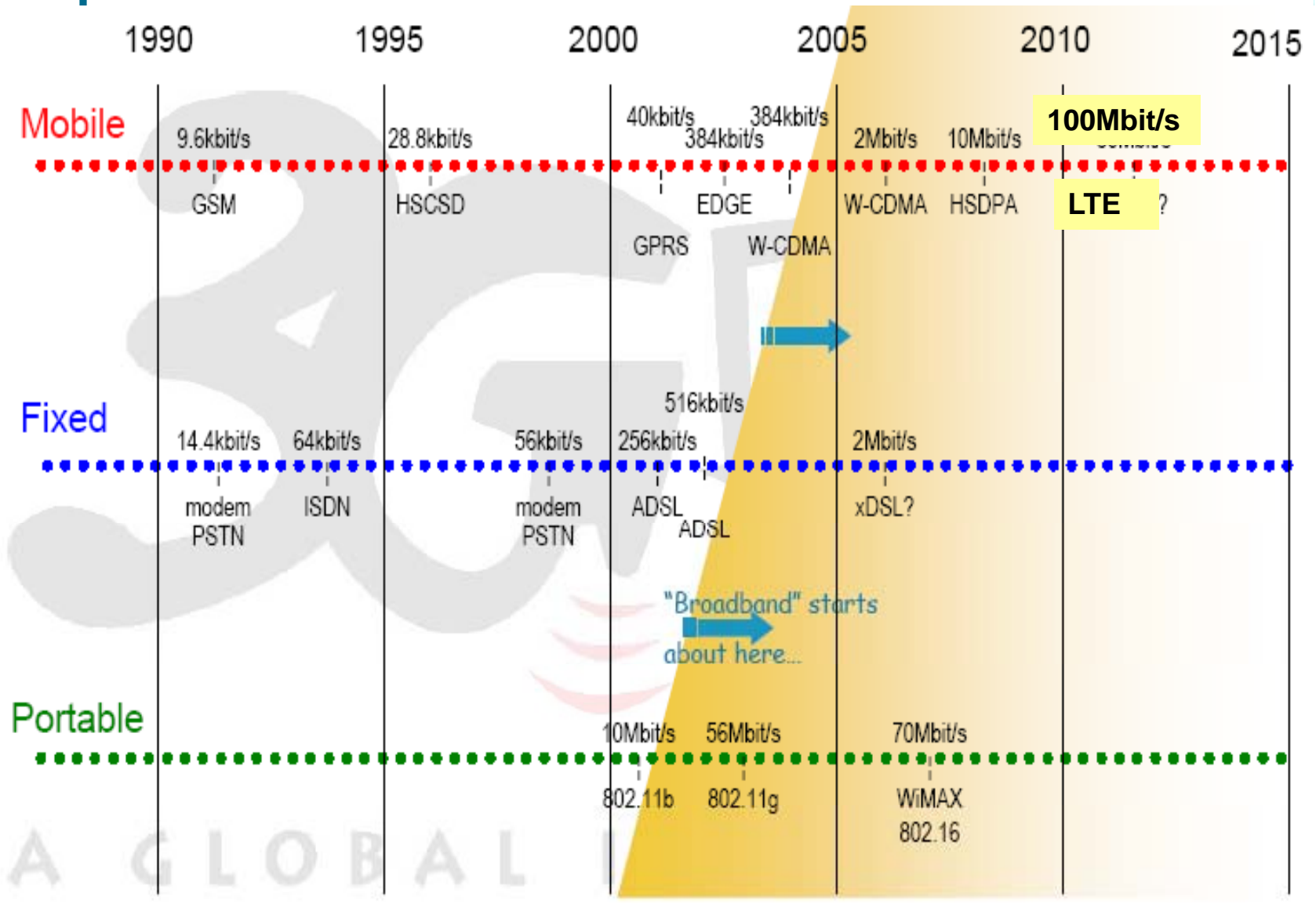
Evolución prevista de las Redes Celulares

**Principal aplicación de las redes de banda ancha: transporte
Ferrocarril: sistema de alta fiabilidad y calidad de servicio**





Evolución hacia los sistemas de alta capacidad





Especificaciones LTE/LTE-R

LTE

- **Enlace ascendente 86 Mbps con 20 MHz de ancho de banda y canales de 64 QAM**
- **Operation en modos FDD y TDD**
- **Ancho de banda escalable de hasta 20 MHz, cubriendo 1.25 MHz, 2.5 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz and 20 MHz**
- **Incremento de eficiencia espectral > X2 comparado con HSPA**
- **Latencia reducida menos de 100 ms de transición de inactivo a activo.**

Adicionales LTE-R

- **Sistemas de prioridades**
- **Seguridad en los datos**
- **Muy alta calidad de Servicio**
- **Llamada de grupo**
- **Operación hasta 500 Km/h en entornos ferroviarios**



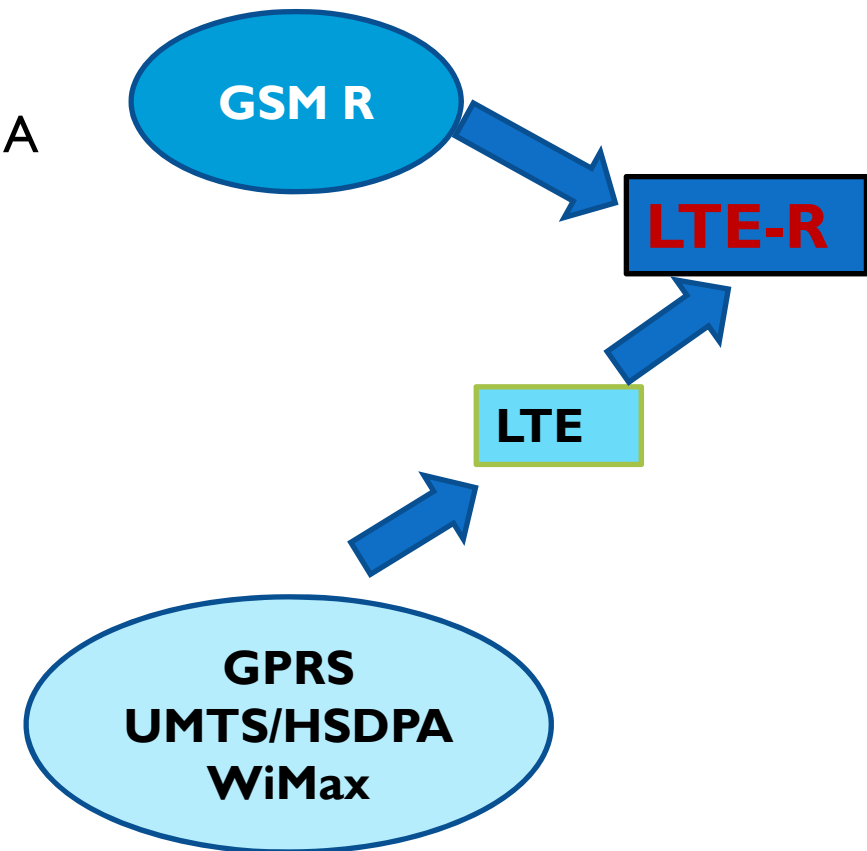
Aplicaciones ferroviarias

SEGURIDAD

- ERTMS NIVEL 3
- CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA

NO SEGURAS

- INFORMACIÓN
- VIDEOVIGILANCIA
- MANTENIMIENTO REMOTO
- FACTURACIÓN
- INTERNET





Comunicaciones 4G en el ferrocarril

1

Requisitos de los sistemas 4G

2

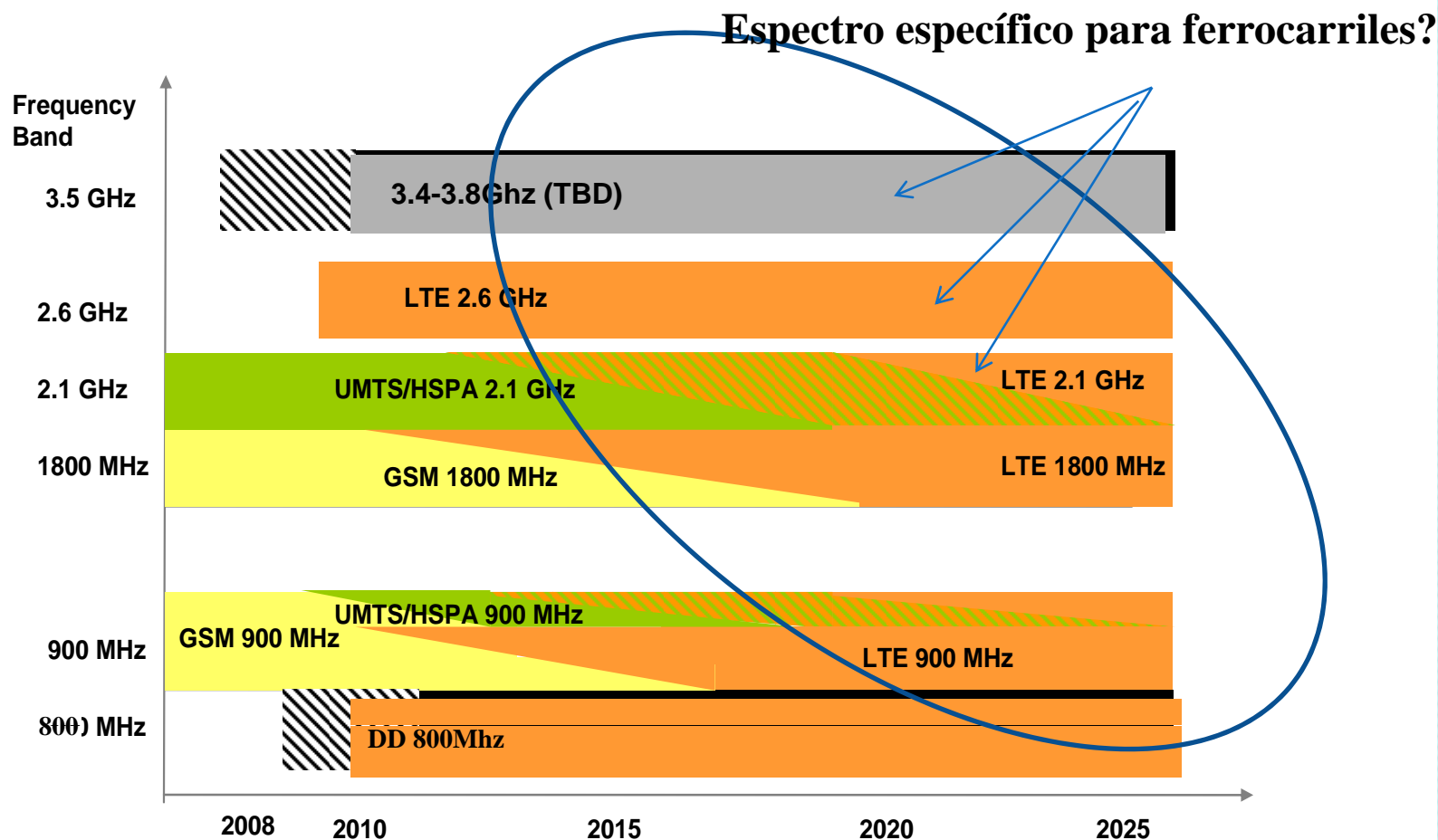
Sistemas de alta capacidad LTE

3

I+D en comunicaciones ferroviarias



Bandas de frecuencias



Reserva de espectro para aplicaciones ferroviarias: SETSI/ COIT

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Bandas de frecuencias

Global bands 2.6 GHz, UHF*
FDD & TDD variability



2009-2010
AWS, 700, 850 MHz (NA);
2.1 GHz (Dev ASIA);
2.6 GHz (EUR)

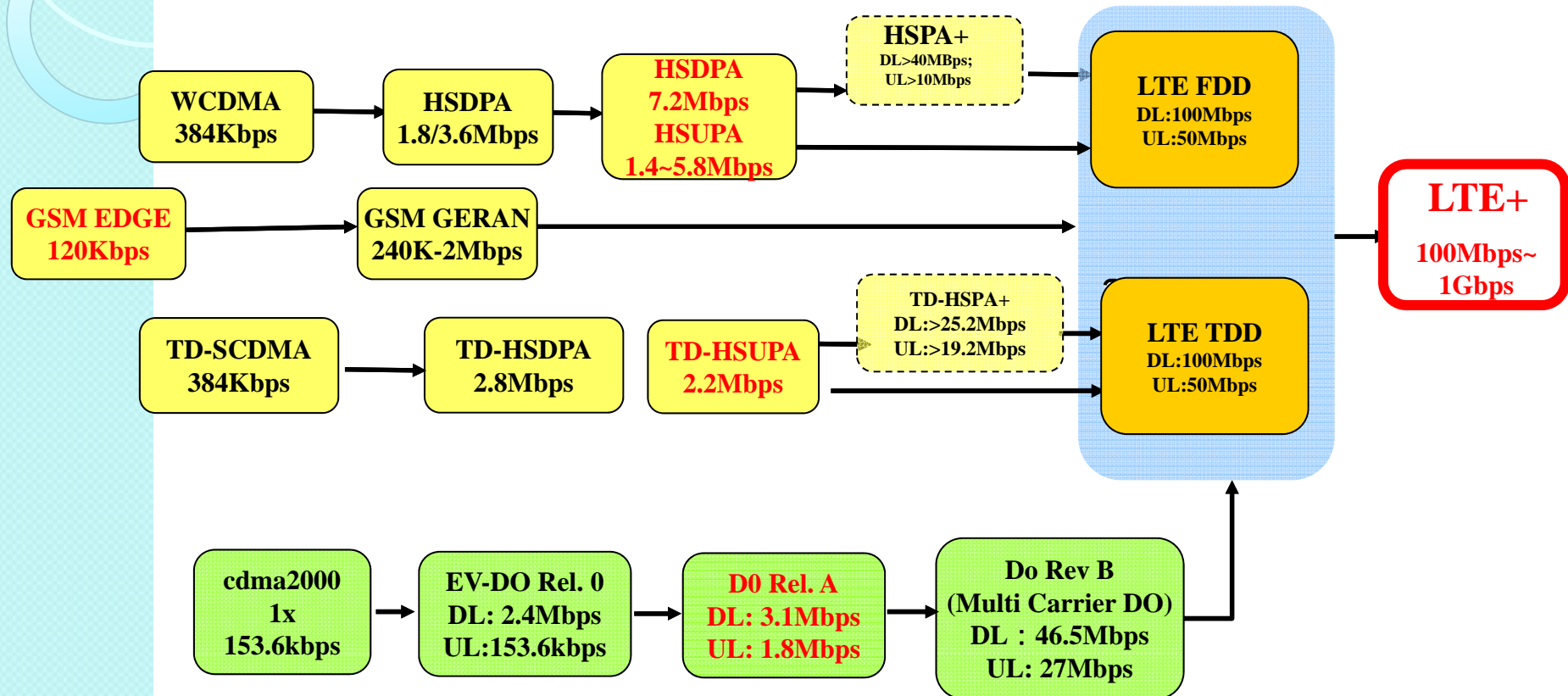
2011-12
1900 (NA);
1.7, 1.8 GHz (Dev ASIA);
900, 1800 MHz (EUR)

2013-2015
850 MHz (Dev ASIA);
UHF (Global)

USO NACIONAL DEL LTE/LTE-R
Interoperabilidad GSM-R

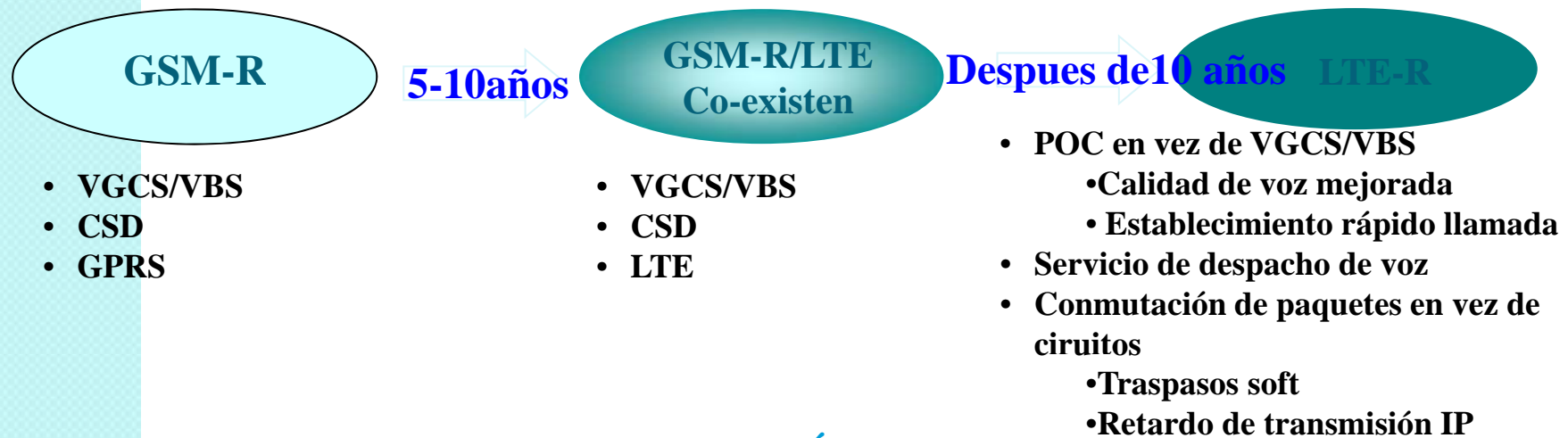
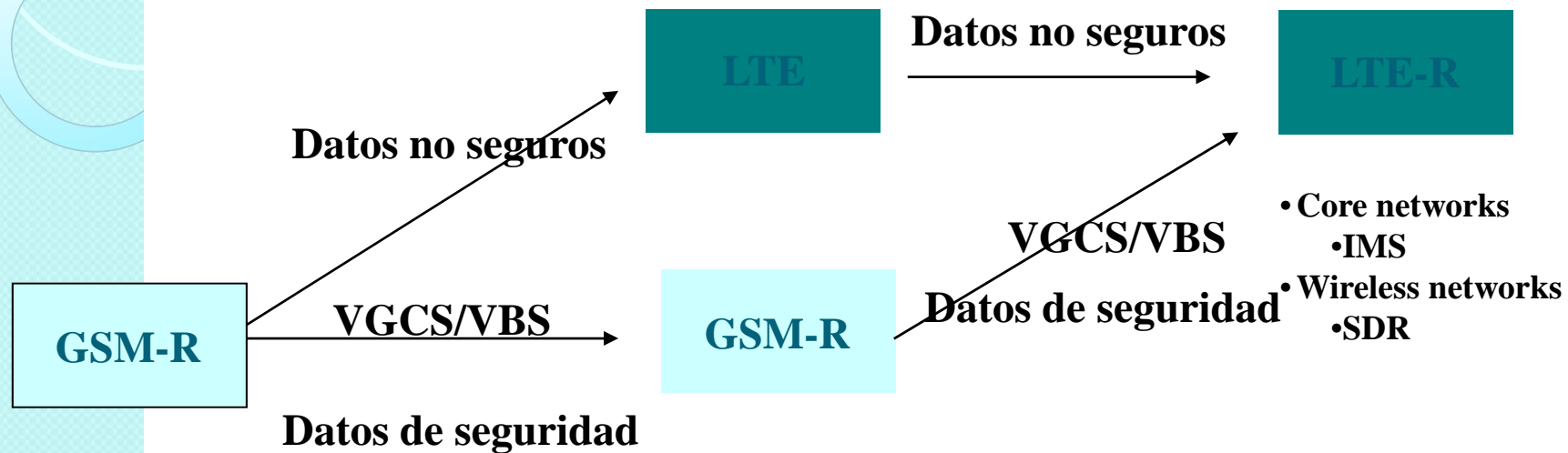


Evolución hacia LTE





Evolución del GSM-R a LTE-R



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



Evolución GSM-R → LTE-R

- Compartición de infraestructura radiante.
- Modificación de estaciones base: estaciones multinorma GSM, WCDMA, LTE
- Nuevo controlador de estaciones base.
- Nueva red de transporte IP Gbit
- Núcleo de conmutación de paquetes
- Centro de operación y mantenimiento integrado



ESTACIONES BASE

CONTROLADOR

FUNCIONALIDADES

TRANSPORTE

OPERACIÓN



Alcatel-Lucent



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



Plataforma de evolución de GSM-R a LTE

Core network

•HLR
•MSC
•SGSN/GGSN

•HSS
•CSCF

Wireless

•GSM-R BSC

•G/L identica BSC

•GSM-R BTS

•G/L BTS
co-existen

•G/L BTS
co-existen

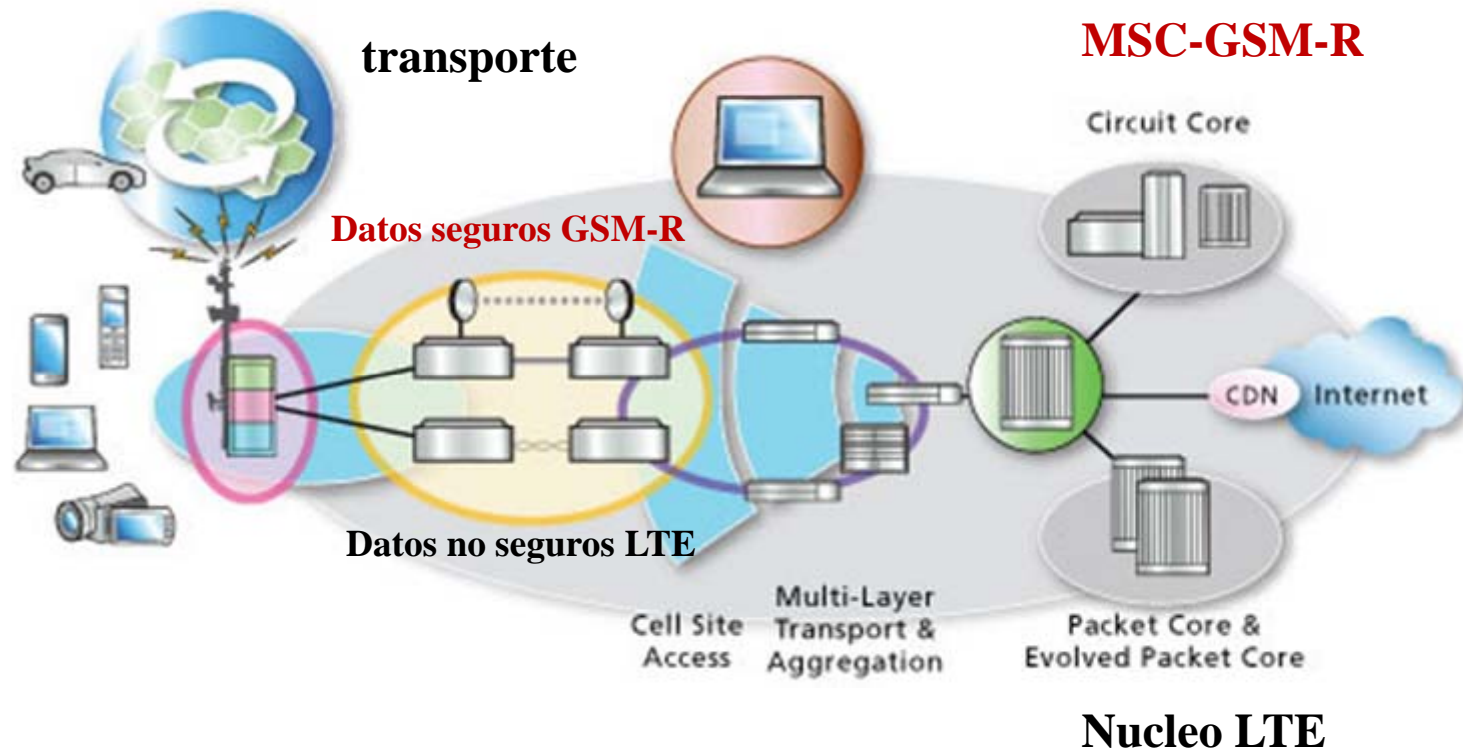
2008

2011

2013

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Evolución GSM-R → LTE-R





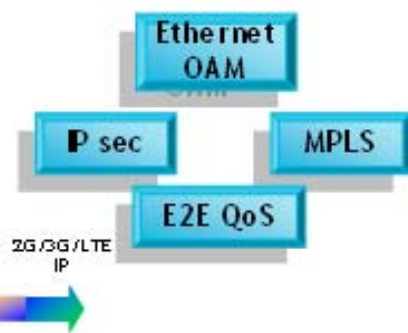
Plataforma de Evolución GSM-R->LTE-R

PRUEBAS

- Funcionalidades ferroviarias
- Desarrollo de herramientas TEST
- Medidas de calidad de servicio
- Operación GSM-R +LTE



RED FIJA



CONTROLADOR ESTACIONES



ESTACION BASE



Alcatel-Lucent 

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



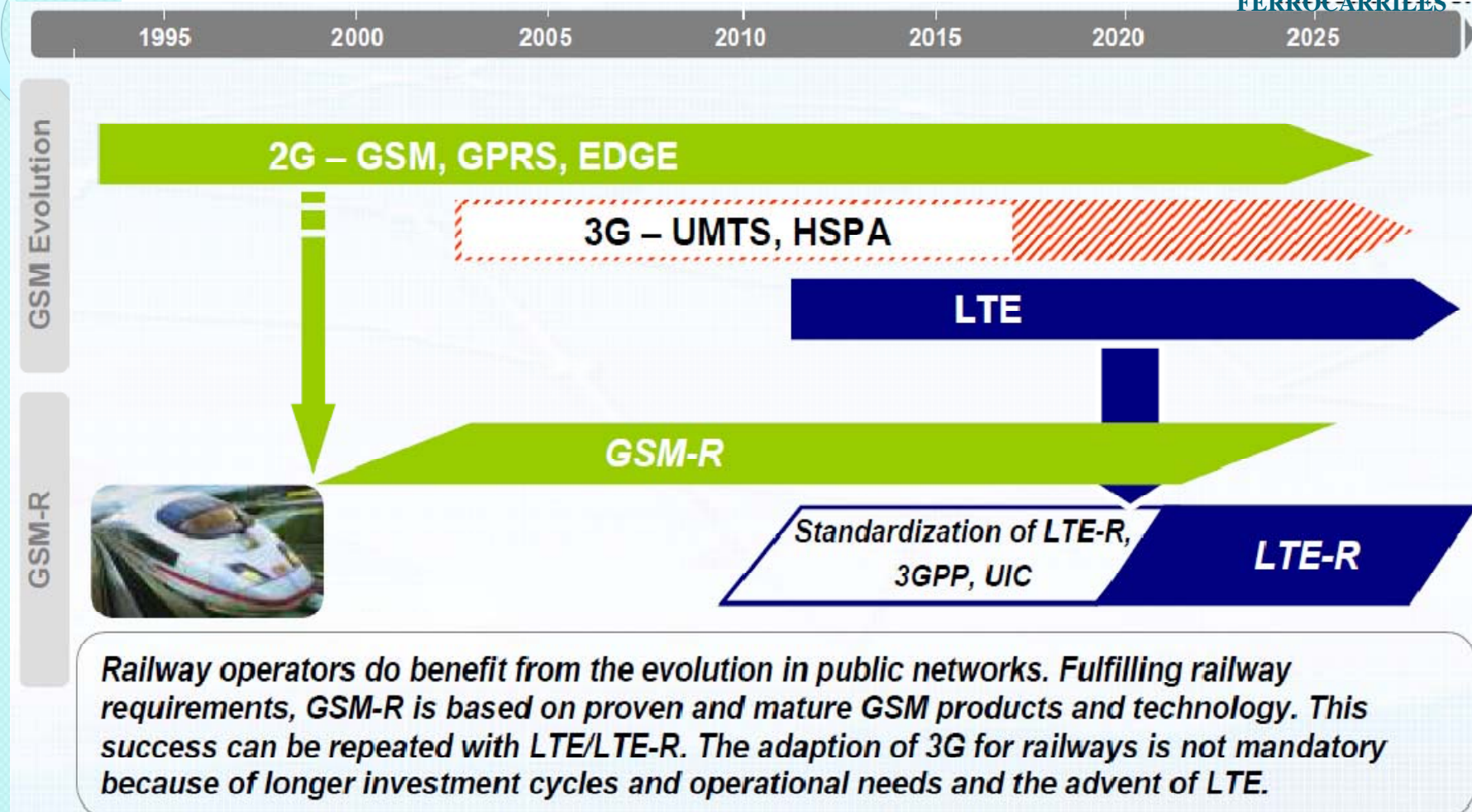
Las claves del LTE según UIC



UNION INTERNACIONAL DE
FERROCARRILES

- **LTE-R es el futuro de GSM-R**
 - LTE es la nueva generación de comunicaciones móviles de acuerdo al estándar NGMN.
 - Europa del norte ha planeado emplear LTE en aplicaciones comerciales.
- **Evolución GSM-R->LTE-R**
 - Proteger los recursos del GSM-R
 - Servicios idénticos en 2G y LTE
 - Calidad de servicio mejorada. Calidad de voz y tiempo de establecimiento de llamada
 - Alta calidad en servicios básicos: voz, vídeo y datos.

Evolución del LTE-R según UIC





Las claves del LTE-R desde UIC



El efecto en los ferrocarriles

- ▣ **GSM-R está construido en base al GSM de acuerdo a las necesidades del ferrocarril.**
- ▣ **LTE es sencillo, presenta elevada eficiencia, bajo retardo de propagación y bajo coste.**
- ▣ **Proporciona comunicaciones de alta seguridad y bajo coste.**
- ▣ **Redes todo IP con calidad de servicio.**



Comunicaciones 4G en el ferrocarril

1

Requisitos de los sistemas 4G

2

Sistemas de alta capacidad LTE

3

I+D en comunicaciones ferroviarias



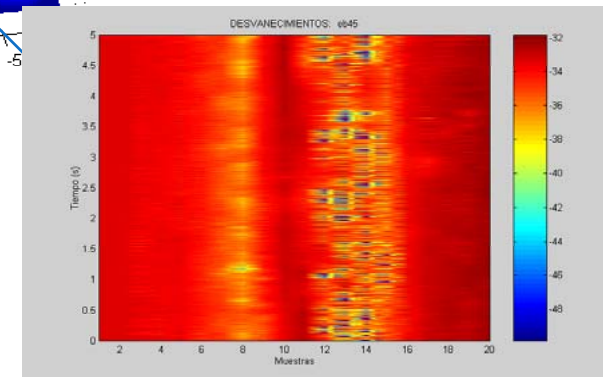
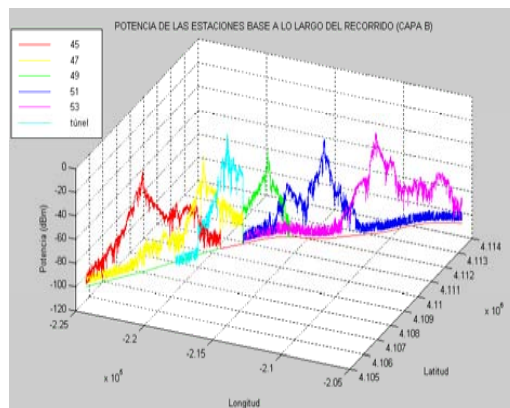
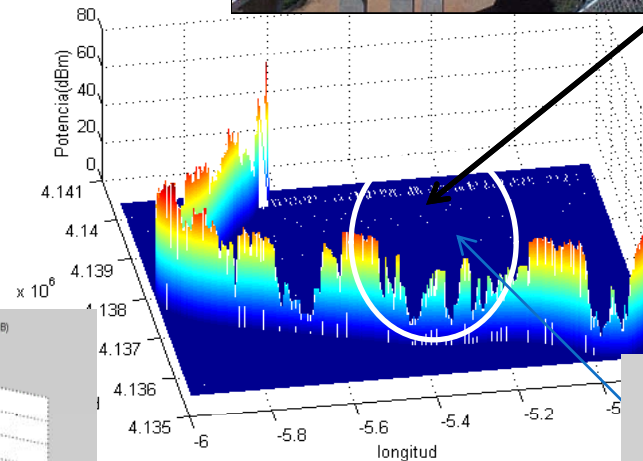
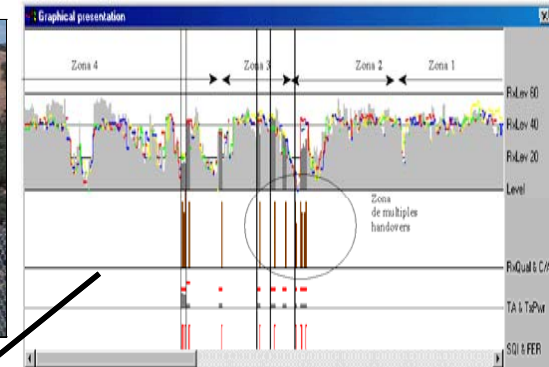
I+D en comunicaciones ferroviarias

INGENIEROS DE TELECOMUNICACION

- Formación específica para el sector ferroviario.
- Experiencia en comunicaciones ferroviarias 10 años / móviles >20años
- Proyectos de comunicaciones GSM-R, Tetra, CBTC, ERTMS, etc
- Medida y caracterización de la propagación
- Desarrollo de componentes: antenas, repetidores, señalización.
- Desarrollo y evolución del LTE al LTE-R Alcatel- Lucent

Modelado de la propagación sistemas de banda ancha en entornos ferroviarios

- MEDIDAS
- PRUEBAS DE CONCEPTO
- CALIDAD DE SERVICIO
- SIMULACIÓN Y MODELADO

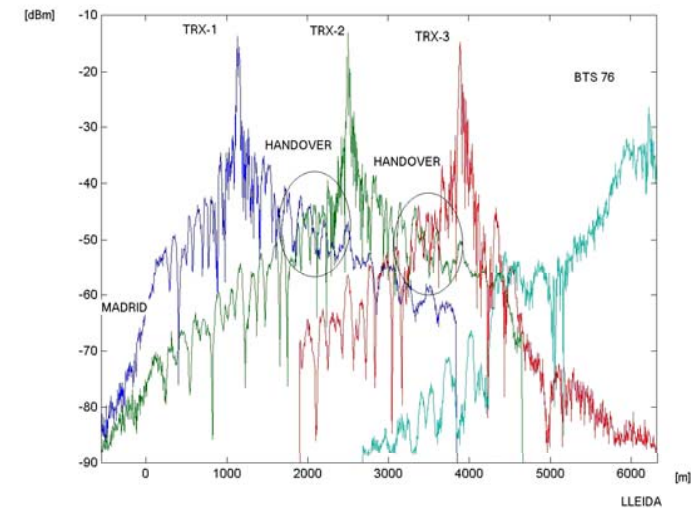


Medidas de propagación en Túneles. Técnicas MIMO

METROPOLITANOS: CBTC

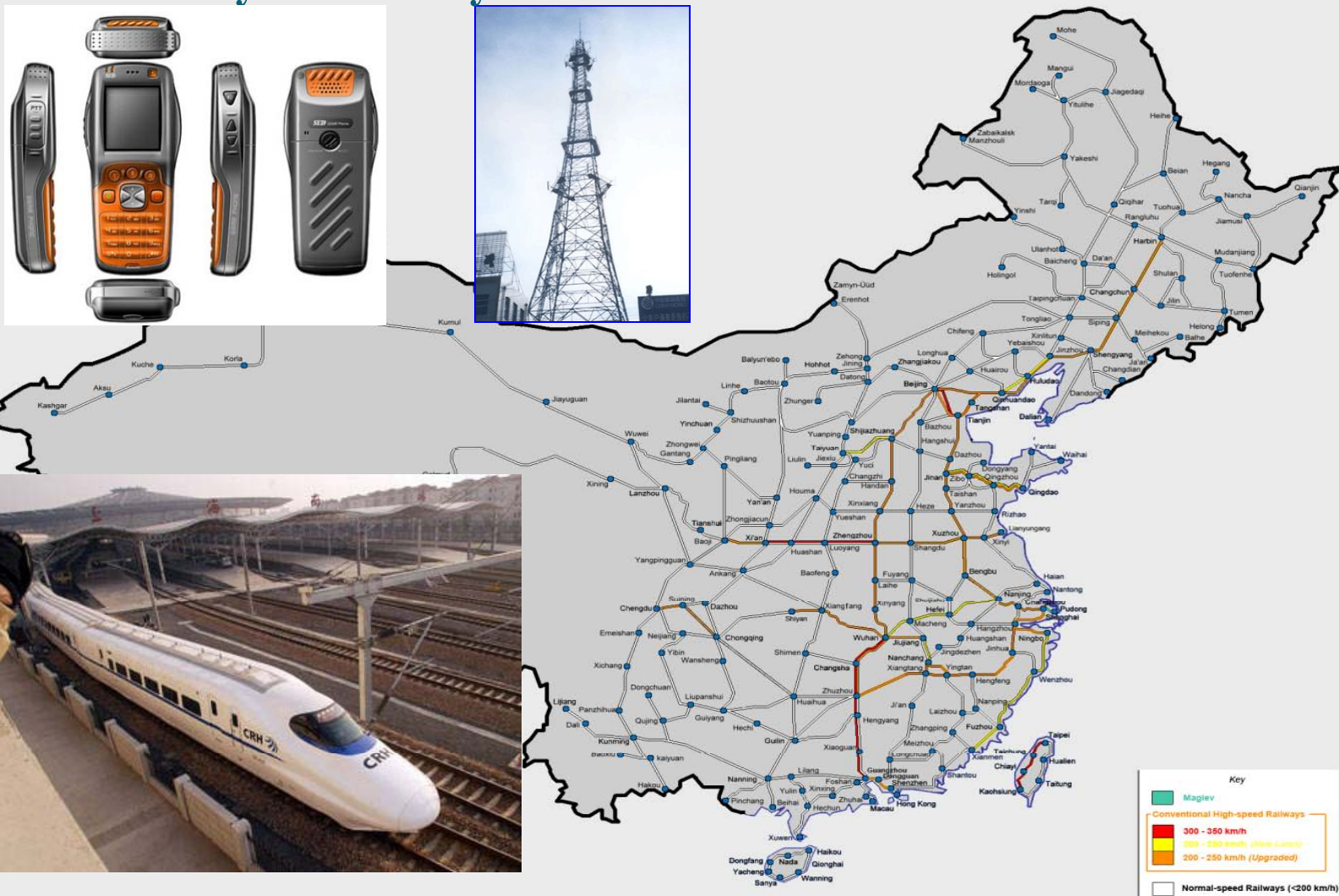


ALTA VELOCIDAD



Relaciones internacionales: China

Colaboración UPM \leftrightarrow Universidad de Jiaotong:
State Key Laboratory





Conclusiones

- ▣ Según se introduzca LTE-R se convertirá en el estándar ferroviario.
- ▣ Las ventajas del LTE y el apoyo a una transición gradual son las claves del cambio.
- ▣ Bandas de frecuencias propietarias para LTE-R
- ▣ Puede ajustarse a las nuevas técnicas antes, lo que garantiza la fiabilidad del operador ferroviario.
- ▣ Será necesario para la optimización del tráfico ferroviario y proveer servicios de valor añadido.
- ▣ El transporte requiere cada vez mas Ingenieros de Telecomunicación:
 - Optimización de las infraestructuras
 - Servicios de valor añadido



Gracias por su atención